

1 Introdução

A PETROBRAS, maior empresa brasileira e quinta empresa petrolífera do mundo, definiu um Planejamento Estratégico 2011-2015 em que prevê um crescimento na produção de petróleo no Brasil de 44% nos próximos 4 anos e de 130% até 2020, com investimento da ordem de US\$ 118 bilhões no segmento de exploração e produção no Brasil até 2015 (PETROBRAS, 2011).

Tendo a maior parcela das suas reservas situadas em campos marítimos, um dos grandes desafios e, conseqüentemente uma parte significativa destes investimentos, se dará na construção das instalações submarinas, atividade com papel fundamental no processo de extração de petróleo, pois é através dela que os poços são ligados às unidades estacionárias de produção, permitindo a elevação e escoamento do petróleo.

Com recursos de capacidade fabril limitada e alta demanda, é crucial para a garantia do aumento na produção de petróleo, o planejamento para a fabricação, aquisição e a gestão dos equipamentos e materiais, garantindo os menores prazos, aliados às melhores relações de custo x benefício com a operação desses recursos, principalmente no tocante a transporte e estoque.

Tais desafios levam à necessidade de desenvolvimento de novas ferramentas e métodos, que permitam projetar, com a minimização de riscos e custos, o melhor cenário no processamento dos recursos críticos.

De acordo com Beamon (1998), o conceito *supply chain* abrange o processo integrado de produção, onde matéria-prima é convertida em produto final seguida pela entrega deste produto aos clientes. O processo de distribuição e logística determina como produtos são coletados e transportados das fábricas até os varejistas. Os produtos podem ser transportados diretamente, ou movimentados para depósitos intermediários para posterior entrega final. A otimização da *supply chain* deve ser acompanhada por decisões eficientes de planejamento, em três níveis, dependendo do horizonte de tempo: estratégico – longo prazo, tático – médio prazo e operacional – curto prazo (Bender, 2001).

O sistema de distribuição de produtos é um assunto estratégico para a maioria das empresas (Klose & Drexl, 2005). O problema não é novo para a comunidade de pesquisa operacional e tem inspirado muitos trabalhos. São encontradas soluções utilizando simples modelos determinísticos lineares até complexos modelos probabilísticos não lineares.

De acordo com Melo et al (2009), modelos para localização de centros de distribuição têm sido extremamente úteis como base para tomadas de decisão em relação ao planejamento estratégico de *supply chain*. Neste contexto, os termos *network design* e *supply chain network design* são empregados como sinônimo de planejamento estratégico da cadeia de suprimentos.

A globalização da economia em conjunto com velocidade de desenvolvimento tecnológico, gera menores ciclos de vida dos produtos, menores tamanhos de lote a um comportamento muito dinâmico dos consumidores, levando a um aumento de incerteza da demanda, tornando o *supply chain network design* fundamental para determinar a melhor cadeia de suprimentos.

Segundo Melo et al (2009), decisões estratégicas devem durar um tempo considerável e de fato, em função dos altos investimentos associados com estas decisões, estabilidade é desejada. Porém, é importante considerar a possibilidade de realizar futuros ajustes na configuração para permitir mudanças graduais, onde o planejamento pode ser feito em períodos menores. É possível também combinar múltiplos períodos com solução estocástica, com comportamentos probabilísticos ao longo do tempo.

Mula et al (2009) mostram que, considerando a globalização das atividades, a otimização dos processos, com a utilização de modelos matemáticos é requerida, e apresenta um levantamento bibliográfico, onde, ainda segundo os autores, a abordagem mais utilizada é a da programação linear, mais especificamente a que combina variáveis discretas e contínuas. São encontradas também soluções de programação não linear, fuzzy, estocásticas, algoritmos heurísticos e metaheurísticos e modelos híbridos.

Apesar do conceito de *supply chain* ser relativamente recente, o desenvolvimento de modelos estratégicos de definição de redes de produção-distribuição tem recebido uma considerável atenção nas últimas décadas. Uma das primeiras contribuições foi o modelo proposto por Geoffrion e Graves (1974), para um sistema de distribuição onde diferentes produtos fabricados em várias instalações são concentrados em centros de distribuição para serem transportados para o consumidor final, agrupados em zonas.

Lababidi et al (2006) propõe modelos (determinístico e estocástico) para otimização da cadeia de suprimento de uma indústria petroquímica, com incertezas relacionadas à demanda, preço, custo e rendimento da produção, mostrando que as incertezas tem um importante efeito no planejamento da cadeia.

1.1. Objetivo

O objetivo desta dissertação é o de desenvolver um Modelo de Programação Linear Inteira Mista – PLIM para apoiar a decisão da aquisição e distribuição de dutos flexíveis e umbilicais.

Neste contexto, foram desenvolvidos dois modelos: determinístico, cujo resultado é baseado em parâmetros de demanda conhecidos, e estocástico, em que as incertezas relacionadas à demanda são incorporadas. Nos modelos são consideradas as restrições de capacidades de fabricação e de estocagem nas bases, buscando a solução de menor custo logístico (transporte, movimentação e estocagem) do processo.

Foi adotada, como premissa básica para os modelos, que dutos e umbilicais são bens fabricados de acordo com as especificações técnicas de cada projeto, não podendo, em muitos casos, serem utilizados em projetos diferentes para os quais foram adquiridos.

Os modelos deverão responder à seguinte questão:

- Para se obter o melhor custo logístico, como deverá ser distribuída a carteira de aquisições entre os fornecedores / fábricas e qual base de carregamento deverá ser utilizada como centro de distribuição.

Além disto, os modelos deverão responder a questões secundárias, porém não menos importantes:

- Qual é o impacto no custo logístico, considerando alteração na capacidade fabril nacional;
- Em que momento as capacidades de estocagem de cada base de carregamento contratadas são atingidas e para qual demanda e nível de incerteza isto ocorre;
- Qual a melhor forma de garantir um pagamento justo na contratação das bases de carregamento e ao mesmo tempo reduzir o custo total para a PETROBRAS.

1.2. Metodologia

A metodologia utilizada constou de pesquisa bibliográfica relacionada aos conceitos de exploração e produção de petróleo e instalação de dutos submarinos; levantamento e análise dos dados disponíveis no sistema SAP/R3, utilizado para o gerenciamento da demanda; desenvolvimento de modelagem matemática, com visões determinística e estocástica, implementadas no software AIMMS 3.10.

Como a demanda futura é uma informação restrita à PETROBRAS, foi aplicada uma abordagem simplificada e os dados utilizados neste trabalho foram baseados em uma análise de correlação entre histórico das aquisições e produção de petróleo. Somente na análise para os anos de 2010 e 2011, a demanda real foi considerada.

Foram realizadas várias análises para diferentes níveis de demanda e de capacidade fabril nacional, mostrando, para cada cenário, os custos, níveis de estoque e percentuais das compras no Brasil.

1.3. Estrutura do trabalho

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, sendo este primeiro dedicado à introdução, apresentação do objetivo e metodologia.

O segundo capítulo apresenta um breve resumo da atividade de exploração e produção de petróleo, abordados alguns equipamentos submarinos e apresenta uma descrição da operação de instalação de dutos submarinos. Dando continuidade, o terceiro capítulo é dedicado à descrição da operação na PETROBRAS e do problema para o qual o modelo foi desenvolvido. Ainda no capítulo 3 é feita uma análise e projeção da demanda de dutos e umbilicais utilizando a metodologia da regressão.

O quarto capítulo descreve detalhadamente o modelo matemático, tanto na versão determinística quanto na versão estocástica, enquanto o quinto capítulo é dedicado a uma análise dos resultados obtidos com a execução do modelo.

O sexto capítulo é destinado à apresentação das conclusões do estudo, bem como propostas de trabalhos futuros.